Przemiany geosystemów zbiorników wodnych powstałych w nieckach osiadania na Wyżynie Katowickiej

PRACE
NAUKOWE

UNIWERSYTETU
ŚLĄSKIEGO
W KATOWICACH

NR 2811

Robert Machowski

Przemiany geosystemów zbiorników wodnych powstałych w nieckach osiadania na Wyżynie Katowickiej

Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego Katowice 2010

Redaktor serii: Nauki o Ziemi
Andrzej T. Jankowski

Recenzent
Zdzisław Michalczyk

Publikacja będzie dostępna — po wyczerpaniu nakładu — w wersji internetowej:

Śląska Biblioteka Cyfrowa
www.sbc.org.pl

Spis treści

1. Wstęp 7
1.1. Zarys problemu 7
1.2. Przegląd literatury 9
1.3. Cele i metody badań, materiały źródłowe 13

2. Charakterystyka obszaru badań 17
2.1. Lokalizacja obszaru badań 17
2.2. Budowa geologiczna 20
2.3. Rzeźba terenu 24
2.4. Warunki klimatyczne 26
2.5. Wody powierzchniowe 30
2.6. Wody podziemne 33
2.7. Gleby, pokrywa roślinna i fauna 35
2.8. Zagospodarowanie terenu 37

3. Charakterystyka zbiorników wodnych 39
3.1. Geneza zbiorników wodnych 39
3.2. Czasowe zmiany zbiorników wodnych 50
3.3. Charakterystyka morfometryczna i hydrotechniczna zbiorników wodnych . 61

4. Procesy brzegowe i osady denne zbiorników wodnych 71
4.1. Uwarunkowania procesów oraz form brzegowych 71
4.2. Osady denne jako wskaźnik zmian ekologicznych 80

5. Zmienność wybranych właściwości fizykochemicznych wody 89
5.1. Żyzność wody 90
5.1.1. Substancje biogenne 90
5.1.2. Warunki termiczno-tlenowe jako wskaźnik dynamiki i żyzności masy wodnej 106
5.2. Zasolenie wody jako funkcja obciążeń antropogenicznych 116
5.3. Metale ciężkie 124

6. Zbiorniki w nieckach osiadania jako nowe nisze ekologiczne 137
7. Podsumowanie 145
Literatura 149
Summary 173
Резюме 176

1

Wstęp

1.1. Zarys problemu

Wyżyna Śląska, a w szczególności obszar znajdujący się w jej centralnej części utożsamiany z Wyżyną Katowicką, odznacza się największymi w skali całego kraju zmianami środowiska przyrodniczego spowodowanymi gospodarczą działalnością człowieka. Decydujące znaczenie w tym względzie odegrała industrializacja (znaczna koncentracja wielu gałęzi przemysłu i górnictwa) oraz związany z nią postęp urbanizacji. Pociągnęło to za sobą napływ na te tereny dużej liczby ludności. Szeroko rozumiana antropopresja objęła wszystkie elementy środowiska naturalnego: atmosferę, litosferę, pedosferę, hydrosferę i biosferę. W konsekwencji działań gospodarczych pojawiło się w krajobrazie Wyżyny Śląskiej wiele różnego rodzaju sztucznych form terenu. Wśród nich wyróżnia się zarówno formy wypukłe (hałdy, zwałowiska, nasypy, kopce itp.), jak i wklęsłe (wyrobiska poeksploatacyjne, rowy, niecki osiadania oraz zapadliska itp.), które w znaczącym stopniu przyczyniły się do zatarcia naturalnych rysów rzeźby tego terenu (Karaś-Brzozowska, 1960; Żmuda, 1973; *Mapa przeobrażeń*..., 1982; Jania, 1983; Wach, 1991; Szczypek, 1995; Kozyreva, Rzętała, 1999; Pełka-Gościniak, 2006; Rahmonov i in., 2008 i in.).

Zagłębienia terenu powstałe po odkrywkowej eksploatacji surowców mineralnych odznaczają się dużymi rozmiarami. W wielu przypadkach utrzymują się w nich zbiorniki wodne. Natomiast, jak podaje M.A. Rzętała (2003), nowo powstające wyrobiska będą w przyszłości najczęściej rekultywowane właśnie w kierunku wodnym. Największe powierzchnie mają obiekty wypełniające wyrobiska związane z eksploatacją plejstoceńskich piasków podsadzkowych przeznaczonych dla kopalń węgla kamiennego. W tej grupie znajdują się takie zbiorniki, jak: Dzierżno Duże i Dzierżno Małe, Pławniowice, Dziećkowice, Rogoźnik, Sosina,

Pogoria I, Pogoria II i Pogoria III oraz zbiornik Kuźnica Warężyńska (Machowski i in., 2006a). Ponadto na omawianym obszarze wyróżnia się także kilka innych genetycznych grup antropogenicznych zbiorników wodnych (Jankowski, Wach, 1980; Jankowski, 1986; Czaja, 1999; Rzętała, 2000a). Pochodzenie tych obiektów w ogromnej większości przypadków ma ścisły związek z gospodarczą działalnością człowieka. Powstają one w wyniku celowych i zaplanowanych działań, np.: zbiorniki zaporowe, przeciwpożarowe, przemysłowe, a także nie zawsze przewidywanego osiadania terenu. Często w przypadku wielu zbiorników dochodzi do nakładania się kilku czynników sprawczych, dlatego też czasami trudno jednoznacznie wskazać główny proces decydujący o ich genezie (poligeneza). Jednak najliczniejsze na obszarze Wyżyny Katowickiej są zbiorniki powstałe jedynie przy częściowym udziale czynnika antropogenicznego, jako niezamierzony efekt gospodarczej aktywizacji regionu (Jankowski, Rzętała, 2004). Są to zbiorniki wodne w nieckach osiadania i znacznie rzadziej w zapadliskach. Zasięg ich występowania obejmuje obszary podziemnej eksploatacji surowców mineralnych (węgiel kamienny, rudy cynku i ołowiu), na których występuje zjawisko osiadania i zapadania terenu. Konsekwencje wgłębnej eksploatacji kopalin widoczne na powierzchni terenu obejmują około 1 tys. km^2 obszaru Wyżyny Śląskiej (Machowski, Rzętała, 2006a), a ocenia się, że docelowo osiadania terenu będą dotyczyć blisko 1,5 tys. km^2 (Dwucet i in., 1992). Zbiorniki w nieckach osiadania już od wielu lat są powszechnym elementem krajobrazu Wyżyny Katowickiej. Bez wątpienia można stwierdzić, że nadal będą się tworzyć tego typu obiekty. Często powstanie zbiorników wodnych w nieckach osiadania powoduje wymierne szkody finansowe i utrudnienia w życiu ludzi (Jankowski i in., 2001). Dotyczy to szczególnie obszarów Wyżyny Katowickiej, które zostały zagospodarowane przez człowieka. Mimo znacznej liczby zbiorników wodnych w nieckach osiadania, brak jest przykładów racjonalnego i optymalnego ich wykorzystania. Wpływa na to wiele czynników, które przyczyniają się do braku zainteresowania tymi akwenami. Pozostają bez jakiegokolwiek nadzoru i podlegają naturalnym przemianom, wynikającym jedynie z uwarunkowań panujących w ich najbliższym otoczeniu oraz w zlewni.

Na Wyżynie Katowickiej i jej obrzeżu liczba sztucznych zbiorników wodnych jest tak duża, że tereny te można porównywać z obszarami pojeziernymi w Polsce północnej (Choiński, 2007a). Liczba kilku tysięcy obiektów spełniających funkcje retencyjne, przy znacznej powierzchni, jaką zajmują, pozwala już od dość długiego czasu mówić o tych terenach jako o swoistym „pojezierzu antropogenicznym" (Jankowski, 1986; Czaja, 2003; Jankowski, Rzętała, 2004; Machowski i in., 2006b; Machowski, Rzętała, 2006a; Rzętała, 2008). W podręczniku do limnologii fizycznej Polski A. Choiński (2007b) zwraca uwagę na fakt stałego wzrostu liczby sztucznych zbiorników oraz zajmowanej przez nich powierzchni. Jednocześnie wskazuje na konieczność prowadzenia komplementarnych badań hydrologicznych tego typu obiektów.

Zbiorniki wodne zajmujące niecki powstałe w wyniku osiadania terenu spowodowanego wgłębną eksploatacją surowców mineralnych występują także w innych regionach Polski. O „pojezierzu antropogenicznym" wspomina L. Kozacki (1980), odnosząc się do środkowego Poodrza, gdzie na terenach Łuku Mużakowskiego występuje nieco ponad 100 zbiorników. Część z nich ma genezę zapadliskową, gdyż powstały w związku z przekształceniami terenu, wywołanymi podziemnym wybieraniem węgla brunatnego (Żaba, 1977). Najmłodsze zbiorniki na wspomnianym terenie funkcjonują w środowisku już od około 35 lat, natomiast wiek najstarszych przekracza 100 lat. Cechą wyróżniającą jest niski odczyn retencjonowanych wód, a pH dość często kształtuje się na poziomie poniżej 4. Sytuacja taka spowodowana jest utlenianiem pirytów i powstawaniem kwasu siarkowego (Jędrczak, 1992). Zbiorniki wodne w nieckach osiadania powstały także na Lubelszczyźnie, w zasięgu oddziaływania Kopalni Węgla Kamiennego „Bogdanka". Przekształcenia powierzchni terenu objęły swym zasięgiem tereny o powierzchni około 25 km^2, a stwierdzone obniżenia maksymalnie wynoszą nieco ponad 3 m. W wyniku zaistniałych przeobrażeń środowiska powstały dwa zbiorniki, przy czym każdy z nich zajmuje dosyć dużą powierzchnię. Jako pierwszy, bo w 1995 r., zaczął funkcjonować zbiornik Nadrybie, który w tym czasie zajmował powierzchnię około 5 ha. W okresie 20 lat powierzchnia tego zbiornika wzrosła czterokrotnie i w 2006 r. wynosiła nieco ponad 20 ha. Jako drugi, w latach 1995–2000, powstał zbiornik Szczecin, który w 2002 r. zajmował powierzchnię wynoszącą blisko 1 km^2. Według danych podawanych przez Z. Michalczyka i in. (2007), zasięg tego zbiornika na wiosnę 2006 r. wynosił jedynie 35 ha. Oba wymienione zbiorniki są stosunkowo płytkie. Maksymalna głębokość w pierwszym z nich wynosi jedynie 1,2 m, natomiast w drugim najgłębsze miejsce osiąga nieco ponad 2 m. Odznaczają się także dosyć dużą zmiennością powierzchni, która w istotny sposób powiązana jest z zasobami płytkich wód podziemnych oraz z zasilaniem wodami opadowymi i roztopowymi (Chmiel i in., 2002).

1.2. Przegląd literatury

Przeprowadzona kwerenda biblioteczna wykazała wiele krajowych publikacji, zwłaszcza w literaturze geograficznej, w których poruszana jest problematyka dotycząca zbiorników wodnych w nieckach osiadania. Jednocześnie stwierdzono brak tego typu prac w literaturze zagranicznej, co potwierdziły również poszukiwania w internetowych bazach danych o zasięgu globalnym, w których odnaleziono pojedyncze prace z tej tematyki.

Zbiorniki wodne w nieckach osiadania stanowią najczęściej obiekty badań prowadzonych w ramach rozważań hydrologicznych, geomorfologicznych, biologicz-

nych i krajobrazowych. Również w innych dziedzinach nauk można odnaleźć informacje związane ze zbiornikami antropogenicznymi. Bardzo często zbiorniki te opisywane są bez rozróżniania ich pochodzenia, pod jedną, wspólną nazwą. Zbiorniki antropogeniczne zostały wyodrębnione w czasie opracowywania *Mapy hydrograficznej GOP* z 1959 r., czego odzwierciedleniem było umieszczenie na jej arkuszach oraz w legendzie zbiorników w zapadliskach. Wśród autorów wspomnianej *Mapy...* (1959) była A. Leś-Rogoż, która w opracowaniu z 1962 r., stanowiącym pewnego rodzaju komentarz do wspomnianej *Mapy…* (1959), przedstawiła klasyfikację antropogenicznych zbiorników wodnych. Niestety, zbiornikom wodnym w nieckach osiadania autorka ta poświęciła niewiele miejsca, ograniczając się jedynie do ich skrótowego opisu. Małe zainteresowanie zbiornikami antropogenicznymi utrzymywało się dość długo. Dopiero S. Żmuda (1973), w monografii zawierającej szczegółowy opis ewolucji środowiska przyrodniczego konurbacji górnośląskiej pod wpływem intensywnej antropopresji, okazał im większe zainteresowanie. Jednak poza tą pozycją trudno odnaleźć informacje dotyczące rozpatrywanego zagadnienia w opublikowanej formie. W 1979 r. ukazała się praca Z. Ziemońskiej (1979), a rok później A.T. Jankowskiego i J. Wacha (1980), w których znajdują się opisy wszystkich genetycznych typów antropogenicznych zbiorników wodnych występujących między innymi na terenach Wyżyny Katowickiej oraz ich funkcji i sposobów wykorzystania. Dopiero w drugiej połowie lat 80. ubiegłego wieku pojawiło się większe zainteresowanie zbiornikami zajmującymi niecki osiadania, czego wyrazem są kolejne publikacje pochodzące z tamtego okresu (np.: Jankowski, 1986, 1987; Jankowski, Zobek, 1987).

Ze względu na znaczną dynamikę zmian opisywanych zbiorników opracowania przedstawiające ich ilościową charakterystykę na obszarze Wyżyny Śląskiej dosyć szybko tracą na aktualności. Podczas przeprowadzonej pod koniec lat 70. XX w. terenowej inwentaryzacji antropogenicznych zbiorników wodnych, obejmującej obszar Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego i jego obrzeżenia, wykonanej przez pracowników Instytutu Geografii Uniwersytetu Śląskiego, stwierdzono występowanie 251 zbiorników w zapadliskach po eksploatacji węgla kamiennego oraz rud, co stanowiło 14,7% ogólnej liczby wszystkich zbiorników (Trembaczowski, Jankowski, 1980). Zaznaczyć należy, że uzyskana liczba jest zaniżona, gdyż nie uwzględniono zbiorników o złożonej genezie, tzn. powstałych w wyrobiskach na obszarach podlegających osiadaniom. Poza tym odosobnionym przypadkiem, w późniejszym czasie nie prowadzono szczegółowych badań terenowych polegających na inwentaryzacji tego typu akwenów. Nie oznacza to, że w literaturze nie ma żadnych informacji na temat liczebności zbiorników w nieckach osiadania. Jak podają A.T. Jankowski i in. (2001), szczegółowe zestawienia tych obiektów zostały przedstawione dla wybranych jednostek administracyjnych (np. miasto) i gospodarczych (jak konurbacja katowicka), a także poszczególnych zlewni (np. Rawa). W przypadku tych ostatnich takie zestawienia zostały wykonane dla zlewni Rawy (Czaja, 1997a) oraz Bytomki (Czaja, 1999). Zarówno w jednym, jak i w drugim przypadku analiza zmian wystę-

powania zbiorników została oparta na mapach topograficznych z lat 1902, 1955 oraz 1994. Znacznie więcej tego typu wyliczeń wykonano dla miast wchodzących w skład Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Pierwszym miastem, w granicach którego przeanalizowano występowanie zbiorników wodnych w nieckach osiadania, był Bytom (Jankowski, 1991). Następnie zestawienia przedstawiające liczebność tego typu akwenów wykonano dla Sosnowca, Katowic oraz Świętochłowic (Czaja, 1994, 1995, 1997b). Także w przypadku Chorzowa można prześledzić zmiany występowania tych zbiorników udokumentowane przez S. Czaję i M. Rzętałę (1999). Ponadto S. Czaja i V. Degórska (1989) w szczegółowy sposób przedstawili czasowe zmiany występowania zbiorników wodnych na obszarze pola górniczego KWK „Powstańców Śląskich" w rejonie Radzionkowa oraz Bytomia. Natomiast największym obszarem, dla którego zestawiono liczbowe dane na temat opisywanej grupy genetycznej zbiorników wodnych, jest konurbacja katowicka. S. Czaja (1999) podaje, że na jej terenie w 1902 r. występowało jedynie 26 zbiorników w nieckach osiadania, natomiast w 1994 r. było ich aż 369, co stanowiło nieco ponad 31% ogólnej ich liczby oraz blisko 50% zajmowanej powierzchni wszystkich sztucznych zbiorników wodnych. Ponadto, poza wymienionymi przykładami, do chwili obecnej powstało wiele opracowań, w których zawarto zestawienia liczbowe obejmujące swym zasięgiem zarówno jednostki fizycznogeograficzne, jak i sztuczne, wydzielone przez człowieka. Jednak podawane w nich wartości odnoszą się do wszystkich genetycznych typów antropogenicznych zbiorników wodnych, wśród których wymieniane są także te w nieckach osiadania (np.: Jankowski, 1986; Rzętała, 1995, 1996, 1998a, 2008; Jaśko i in., 1997; Jankowski i in., 2003; Ruman, 2004a; Machowski, Rzętała, 2006b).

Obszar silnie zurbanizowanej Wyżyny Katowickiej odznacza się koncentracją wodochłonnych gałęzi przemysłu. Na podstawie przytoczonych informacji o liczbie zbiorników na tym terenie można by sądzić, że potrzeby wodne regionu są zaspokajane. Niestety, obserwowane na przestrzeni lat zwiększenie retencji nie rozwiązywało problemu deficytu wód czystych. Pojawiające się nowe zbiorniki w nieckach osiadania nie poprawiały w znaczący sposób tej sytuacji. Jak podają A.T. Jankowski i in. (2001), wykorzystanie zasobów wodnych zgromadzonych w misach tych zbiorników w większości przypadków nie jest możliwe, między innymi z uwagi na ich niewielką pojemność oraz powierzchnię, rozlewiskowy charakter i znaczne zmiany wysokości lustra wody. Ponadto zbiorniki te najczęściej występują na obszarach uznawanych za nieużytki oraz na terenach, na których nadal prowadzona jest wgłębna eksploatacja surowców mineralnych, a więc tam, gdzie górotwór nadal nie jest ustabilizowany, a powierzchnia terenu podlega osiadaniom. To wszystko sprawia, że jakość retencjonowanych wód w wielu przypadkach jest pozaklasowa (Jankowski, Rzętała, 1996). Zagadnienie jakości retencjonowanych wód opisywane jest dość obszernie. Zwłaszcza w ostatnich latach obserwuje się nasilenie prowadzonych badań w tym kierunku, czego wyrazem jest duża liczba publikacji traktujących o stanie czystości wód stojących (np.: Jankowski, Rzętała,

1997a, 2000; Rzętała, 1999; Machowski i in., 2000; Machowski, Nitkiewicz-Jankowska, 2003; Molenda, Wach, 2003; Jankowski i in., 2004; Ruman, 2004b; Machowski, 2005a, b). Funkcjonowanie opisywanych zbiorników w pobliżu zwałowisk, wysypisk śmieci oraz na obszarach pozbawionych kanalizacji niekorzystnie wpływa na właściwości fizykochemiczne ich wód. Zła jakość wody jest konsekwencją spływu powierzchniowego oraz wynika z odprowadzania do nich ścieków przemysłowych i gospodarczo-bytowych, a także zasolonych wód kopalnianych. W wielu zbiornikach na dużą skalę stwierdza się eutrofizację wody, przejawiającą się intensywnym jej zakwitem (Jankowski, Rzętała, 1998; Jankowski i in., 1999; Rzętała, Wach, 1999; Machowski, 2007). Liczne zbiorniki odznaczają się także znacznym stopniem zasolenia wód (Rzętała, Wach, 1997; Jankowski, Rzętała, 1999; Cieśliński i in., 2009), objawiającym się między innymi wysokimi zawartościami chlorków oraz siarczanów (Molenda, Rzętała, 2002). Jednym z czynników powodujących zaburzenie prawidłowego rozkładu natlenienia toni wodnej jest nieodpowiednia jakość retencjonowanych wód. Jest to przyczyną przetlenienia wód epilimnionu oraz okresowych braków tlenu w hypolimnionie, zwłaszcza przy długotrwałym utrzymywaniu się pokrywy lodowej (Molenda, 1998, 1999a, 2005; Molenda, Wach, 2003). Znamienne dla obszaru Wyżyny Katowickiej jest zanieczyszczenie środowiska metalami ciężkimi, w tym również środowiska wodnego. Jednak – jak podaje R. Machowski (2004) – w wodzie zbiorników w nieckach osiadania metale z tej grupy występowały w stosunkowo niewielkich ilościach i najczęściej ich stężenia mieściły się w granicach I klasy czystości wód powierzchniowych, w ujęciu pięciostopniowej klasyfikacji zawartej w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. Natomiast znacznie większe ich ilości stwierdzono w osadach wyścielających dna wielu różnych pod względem genezy (w tym w nieckach osiadania) antropogenicznych zbiorników wodnych zlokalizowanych na opisywanym obszarze (np.: Korcz, Strzyszcz, 1995; Kozłowski, Kostecki, 1995; Molenda, 2001; Jankowski i in., 2002; Rzętała i in., 2002; Rzętała, 2003; Jankowski i in., 2005a; Jankowski i in., 2006). Natomiast zupełnie marginalnie traktowane są zagadnienia obejmujące procesy brzegowe w opisywanych zbiornikach. Pewne informacje na ten temat można odnaleźć w publikacji M.A. Rzętały (2003), która wskazuje główne kierunki rozwoju procesów brzegowych, stwierdzając zdecydowaną przewagę akumulacji nad abrazją. Klasyfikację brzegów tego typu zbiorników na obszarze między Sosnowcem, Katowicami a Mysłowicami zaprezentowały R. Dulias i M. Rudnicka (2000). Jednym z kryteriów wydzielenia, jakie wzięto pod uwagę, był rodzaj roślinności występującej na brzegach tych zbiorników; przedstawiono również klasyfikację uwzględniającą ich ukształtowanie.

Zupełnie odmiennym zagadnieniem poruszanym w literaturze jest rola zbiorników w nieckach osiadania jako obiektów kształtujących warunki siedliskowe i charakter bioróżnorodności. Pojawienie się tego typu akwenów ma niebagatelny wpływ na środowisko przyrodnicze, już bowiem z chwilą zainicjowania procesu

osiadania stają się one impulsem do tworzenia nowych ekosystemów (Tokarska-Guzik, Rostański, 1996). Powstanie powierzchni wodnych i związany z nimi rozwój roślinności stanowią doskonałe miejsca dla gniazdowania oraz lęgu ptaków wodno-błotnych. Tereny te uznawane są również za cenne stanowiska rozrodu licznych gatunków płazów (Cempulik i in., 2004; Sołtysik, 2004), mięczaków (Lewin, 2002, 2003; Strzelec, Serafiński, 2004), ryb (Kwiatkowski, Pokora, 2003) i wielu innych gatunków przedstawicieli fauny oraz flory (np. Stańko, Strzelec, 1992; Holak i in., 1996; Strzelec, 1996; Deryło i in., 2002; Krodkiewska, 2003; Lewin, Smoliński, 2006). W zbiornikach wodnych, w nieckach osiadania oraz na przyległych do nich terenach często występują rzadkie gatunki roślin i zwierząt. W celu ochrony unikatowych pod względem przyrodniczym obszarów – nie tylko w skali Wyżyny Katowickiej, ale i całego kraju – obejmuje się tego typu tereny prawnymi formami ochrony. Doskonałym przykładem jest tu opisywany niejednokrotnie Zespół Przyrodniczo-Krajobrazowy „Żabie Doły" (Betleja, Cempulik, 1992; Piontek, 2001; Kompała i in., 2004), w granicach którego występują opisywane także w niniejszej pracy zbiorniki wodne w nieckach osiadania.

Bardzo duże nagromadzenie zbiorników wodnych, nie tylko tych w nieckach osiadania, na obszarze Wyżyny Śląskiej wywiera znaczące piętno w krajobrazie tych terenów (Jankowski, Rzętała, 2004). Od wielu lat prowadzone są badania zmierzające do określenia ekologicznej roli zbiorników w antropogenicznie przekształconym krajobrazie regionu górnośląskiego (np.: Pełka-Gościniak, Szczypek, 1995; Rzętała, Rahmonov, 2000; Kamiński i in., 2003; Machowski, 2003; Pełka-Gościniak, Waga, 2003; Jaguś i in., 2004; Rahmonov i in., 2006; Rzętała i in., 2006; Machowski, Ruman, 2007; Rzętała, 2007; Pełka-Gościniak i in., 2008; Rahmonov i in., 2008).

1.3. Cele i metody badań, materiały źródłowe

Specyfika środowiska przyrodniczego Wyżyny Katowickiej, będącej pod wpływem działalności ludzkiej, ujawnia wiele cech charakterystycznych, które bezpośrednio odnoszą się do zmian zachodzących w stosunkach wodnych. Duże znaczenie w ich kształtowaniu odgrywają licznie występujące na tych terenach antropogeniczne zbiorniki wodne w nieckach osiadania. Identyfikacja problemów badawczych, oparta na rozpoznaniu środowiskowym i studiach literaturowych, pozwoliła na określenie ram niniejszego opracowania i sformułowanie celów pracy, które w szczególności dotyczą:

— zdefiniowania środowiskowych uwarunkowań powstawania zbiorników wodnych w nieckach osiadania w nawiązaniu do podziemnej eksploatacji surowców mineralnych;

— oceny zmian geosystemów zbiorników wodnych w nieckach osiadania zachodzących pod wpływem zróżnicowanej antropopresji;
— określenia roli zbiorników wodnych w nieckach osiadania w kształtowaniu warunków siedliskowych i bioróżnorodności niecek osiadania.

Postawione cele w szeroki sposób wyznaczyły zakres prac. Realizacja zamierzenia wymagała prowadzenia w obrębie zbiorników wodnych oraz w ich najbliższym otoczeniu komplementarnych obserwacji i pomiarów. Zakres opracowania narzucał konieczność interdyscyplinarnego podejścia badawczego, poza studiami terenowymi bowiem przeprowadzono wiele analiz fizykochemicznych w laboratorium. Ważną część stanowiły także prace kameralne, polegające między innymi na analizie map topograficznych i ortofotomap. Uzyskane wyniki pozwoliły na stosunkowo pełne przedstawienie charakterystyki zbiorników wodnych wypełniających zagłębienia powstałe na skutek osiadania gruntu, spowodowanego wgłębną eksploatacją surowców mineralnych. Na podstawie istniejącego już rozpoznania terenowego wytypowano 10 zbiorników wodnych do systematycznych pomiarów i obserwacji prowadzonych w latach 2003—2005.

Wody do analiz fizykochemicznych pobierano raz w miesiącu, przez okres trzech lat hydrologicznych (2003—2005), z 10 zbiorników zlokalizowanych w obrębie Wyżyny Katowickiej, a położonych w trzech obszarach podlegających osiadaniom. Właściwości fizykochemiczne wody oznaczano na podstawie bezpośrednich pomiarów w terenie oraz w Laboratorium Naukowo-Dydaktycznym Katedr Geograficznych Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego. Natomiast zawartość wybranych metali ciężkich w wodach została określona w Pracowni Absorpcyjnej Spektrometrii Atomowej tego samego Wydziału. Aby zapewnić niezmienność składu chemicznego wody, próbki pobierano do biernych chemicznie, zaopatrzonych w podwójny korek, butelek z wysokociśnieniowego polietylenu o pojemności 500 ml, zalecanych przez wielu badaczy (np.: Krawczyk, 1992; Leśniok, 1996; Rzętała, 2000b). Pojemniki napełniano przez zanurzenie po ich trzykrotnym przepłukaniu wodą pobieraną do analizy (Burchard i in., 1990). W ten sam sposób pobierano wodę służącą do oznaczenia podstawowych jonów oraz wskaźników BZT_5 i ChZT, przy czym te ostatnie próbki dodatkowo utrwalano kwasem siarkowym (H_2SO_4) w ilości około 0,5 cm^3. Natomiast próbki wody, w których mierzono fosforany oraz wybrane metale ciężkie, pobierano do pojemników o pojemności 250 ml. Pierwsze z nich utrwalano przez dodanie chloroformu ($CHCl_3$) w ilości około 1 cm^3 (Gołębiewski, 1993). Z kolei próbki na metale ciężkie, w celu ich stabilizacji, zakwaszano ultraczystym, stężonym kwasem azotowym, dzięki czemu uniknięto rozcieńczenia pobranych próbek (Wolak i in., 1995). Po przetransportowaniu próbek do laboratorium przechowywano je w temperaturze około 4ºC do czasu wykonania analiz.

Bezpośrednio w terenie w wodach zbiorników dokonywano pomiaru: temperatury, odczynu, przewodnictwa elektrycznego właściwego, a także stężenia oraz stopnia nasycenia tlenem. Skład jonowy wody oznaczano w laboratorium.

Pomiar odczynu wody wykonywano metodą elektrometryczną za pomocą wodoszczelnego pehametru mikrokomputerowego CP-401, połączonego z elektrodą zespoloną firmy „Elmetron". Pomiar przewodności elektrolitycznej właściwej wykonywano metodą konduktometryczną z użyciem wodoszczelnego konduktometru mikrokomputerowego CC-401 z elektrodą platynową firmy „Elmetron" (Krawczyk, 1999). Stopień nasycenia oraz stężenie tlenu w wodach mierzono miernikiem kieszonkowym WTW Oxi 330i firmy „Elmetron", połączonym z sondą tlenową CellOx 325. Pomiary temperatury wody wykonywano za pomocą termometrów stanowiących integralną część wymienionych mierników.

Analizy chemiczne wody przeprowadzano zgodnie z przepisami zawartymi w Polskich Normach. Niekiedy, w celu usprawnienia przebiegu procesu pomiarowego, stosowano pewne modyfikacje metod zawartych w wytycznych podawanych w normach (Krawczyk, 1999).

Do oznaczenia twardości ogólnej, zawartości jonów wapnia (Ca^{2+}) oraz jonów wodorowęglanowych (HCO_{3-}) wykorzystano metody miareczkowe, a zawartość jonów magnezu (Mg^{2+}) obliczono, korzystając z wyników kompleksometrycznego oznaczania twardości ogólnej i zawartości wapnia (Markowicz, Pulina, 1979; Krawczyk, 1992). Stężenie azotanów określono metodą potencjometryczną z zastosowaniem elektrody jonoselektywnej (Krawczyk, 1989; Dojlido, Zerbe, 1997). Oznaczenie zawartości chlorków wykonano metodą potencjometryczną, korzystając z jonoselektywnej elektrody chlorkowej (Dojlido, Zerbe, 1997; Krawczyk, 1999). Fosforany (PO_4^{3-}) oznaczano metodą spektrofotometryczną za pomocą spektrofotometru SPECOL o długości fali 690 nm (Sobczyński, 1992), siarczany (SO_4^{2-}) zaś mierzono metodą turbidymetryczną przy długości fali 440 nm na wspomnianym spektrofotometrze (Krawczyk, Opołka-Gądek, 1993). Stężenia jonów sodu (Na^+) i potasu (K^+) oznaczano metodą fotometrii płomieniowej, używając fotometru „Flapho 4", typu FPM-871, firmy „Remed". Pięciodobowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT_5) oznaczano respirometrycznym sposobem za pomocą główek Oxi Top. Natomiast chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT) oznaczono, stosując metodę nadmanganianową. Metale ciężkie w próbkach wody oznaczono na spektrometrze absorpcji atomowej SOLAAR M6.

Ponadto w obrębie opisywanych zbiorników wodnych wykonano sondowanie głębokości z pokrywy lodowej, stwarzającej najodpowiedniejsze warunki do tego typu badań (Lange, 1993). Na podstawie przeprowadzonych pomiarów sporządzono plany batymetryczne. Z dna zbiorników pobrano kilkanaście próbek osadów dennych wyścielających ich misy, które następnie poddano analizie laboratoryjnej. W celu oznaczenia metali ciężkich pobrane próbki osadów wysuszono w temperaturze pokojowej i rozdrobniono w agatowym moździerzu (Migaszewski, 1998). Odmierzone masy próbek w obecności kwasów: HF, HNO_3 i HCl, poddano rozpuszczaniu mikrofalowemu z użyciem mineralizatora mikrofalowego firmy Milestone. W tak spreparowanych próbkach wykonano oznaczenie zawartości wybranych pierwiastków śladowych, takich jak: cynk, kadm, miedź, nikiel oraz

ołów. Pomiar przeprowadzono w Pracowni Absorpcyjnej Spektrometrii Atomowej Wydziału Nauk o Ziemi UŚ, na wspomnianym spektrometrze absorpcji atomowej SOLAAR M6 produkcji angielskiej firmy Unicam Atomic Absorption.

Terenowe badania odnosiły się również do określenia typów brzegów, a także do opisu form brzegowych i charakterystyki warunków ich kształtowania. Z uwagi na stosunkowo niewielkie rozmiary samych zbiorników, a tym samym form brzegowych występujących w ich obrębie, do pomiarów wykorzystano podstawowe narzędzia miernicze (taśmy, tyczki, kompas). Pomocne w charakterystyce morfologicznej ewolucji mis zbiornikowych okazały się archiwalne mapy topograficzne z różnych okresów, obrazujące poszczególne etapy rozwoju zbiorników, a w ostatnich latach także zdjęcia satelitarne powszechnie dostępne na stronach internetowych (np.: http://www.zumi.pl, http://maps.geoportal.gov.pl, http://maps.google.pl).

W trakcie obserwacji terenowych przystąpiono również do wstępnego rozpoznania florystycznego i charakterystyki świata zwierzęcego — zgodnie z wytycznymi podawanymi między innymi przez W. Matuszkiewicz (1981) oraz M. Gutry-Korycką i H. Werner-Więckowską (1996).

Całość prowadzonych badań terenowych, laboratoryjnych i kameralnych wzbogacona została o informacje pozyskane z publikowanych oraz niepublikowanych źródeł pochodzących z różnych instytucji. Zebrany materiał oraz wyniki analiz laboratoryjnych, a także dane liczbowe pochodzące z materiałów archiwalnych poddane zostały podstawowej obróbce statystycznej (Gregory, 1976; Runge, 2006) z zastosowaniem programu komputerowego Excel.

Robert Machowski

Transformations of geosystems of water reservoirs originated in subsidence depressions (a case study of the Katowice Upland)

Summary

The group of water reservoirs filling subsidence depressions is unquestionably result of interaction between human and the environment. These reservoirs undoubtedly are an unintentional effect of human activity, carried out in the Katowice Upland. They originated, are formed and still will appear irrespective of human being. Spatial and temporal variability of analysed reservoir occurrence directly results from the intensity of subsiding process, and the complexity of geological-mining factors in the area described causes, that terrain deformations, induced by deep mining, appear during mineral resource exploitation and after its finishing. The tendency to close mines, observed not long before now, will influence on the rate reduction of reservoir origination only inconsiderably, because subsiding can be observed even after tens of years after output stopping. The process of reservoir forming will be finished not before the complete stabilisation of rock mass. Owing to these reasons the described water reservoirs are element of landscape, which is characterised by large dynamics of changes in their number and occupied area as well.

Considering shape, the reservoirs in subsidence depressions usually refer to forming subsidence depression, therefore the outline of shoreline often assumes an oval shape. But in respect of the presence of numerous terrain barriers (e.g. railway and road embankments) and human interference in newly originating reservoirs, and especially objects, which function in the environment for a certain time, their appearance becomes notably modified. In the area of the Katowice Upland very small and small reservoirs predominate because their range is permanently limiting in an essential way. The decided majority of them possesses the unitary area, which does not exceed 10 ha, but only not numerous objects are characterised by larger size. In the case of their depth the situation is similar, these depths are small and usually shaped at the level of 2—3 meters, more rarely reaching greater values in the deepest places.

Not great area and capacity of described water reservoirs influences the limitation of shore processes development considerably. There are, admittedly, changes of different kind in morphology of shore zone but originated landforms have decidedly more accumulation than abrasion character. Simultaneously, their number is small and little varied. Among natural factors modelling shores of these reservoirs the largest importance is played by wind waving, but then human activity causes

the most visible changes in their morphology. In described water reservoirs flat shores predominate. They are almost usually overgrown by vegetation, and these shores have a natural character simultaneously. Large contribution is also typical for anthropogenic shores, which are shaped by human being. They are high shores. Within analysed water reservoirs in subsidence depressions natural high shores were not observed, they are also devoid of anthropogenic flat shores.

Water reservoirs in subsidence depressions located in the Katowice Upland are characterised by very large pollution of bottom deposits by heavy metals. Among five analysed elements especially zinc, lead and cadmium exceeded many times the level of accepted geochemical background. It especially refers to reservoirs located in the terrain of natural-landscape complex „Żabie Doły" ("Frog pits"). Among them one should mention reservoir No. 6, in case of which maximum zinc content amounted to 5 404.43 mg/kg, whereas average lead concentration was shaped at the level 1 335.43 mg/kg, and cadmium was present in amount of 41.68 mg/kg. In some reservoirs overstandard copper content also pointed at the contamination of bottom deposits. This phenomenon also refers to many other artificial water reservoirs located in the area of Katowice Upland. Thereby, it confirms varied influence of human impact, which decides of pollution degree of bottom deposits. Bottom deposits prove ecological changes occurring in the neighbourhood of water reservoirs as geosystems.

Functioning of water reservoirs in subsidence depressions in the Katowice Upland under conditions of varied anthropopression decides also of different physicochemical properties of stored waters. But for the majority of them significant pollution, especially by biogenic compounds (phosphates and nitrates), is observed. The last-mentioned compounds are responsible for eutrophication of these geosystems. In reservoirs No. 1 and 2 in the period 2003—2005 the presence of phosphates at the level above 1 mg PO_4^{3-}/dm^3 was stated many times, and in the case of reservoir No. 5 phosphate concentration exceeded 2 mg PO_4^{3-}/dm^3 with maximum amounting to 2.444 mg PO_4^{3-}/dm^3. In described water reservoirs very large nitrate amounts occurred, they often exceeded the level of 100 mg NO_{3-}/dm^3. These compounds in such amounts were especially typical for reservoirs No. 3, 4, 6 and 8, whereas absolute maximum values referred to reservoir No. 2 situated in Sosnowiec, in which sporadically present nitrates were observed at the level of 340 mg NO_{3-}/dm^3. Large amounts of bioelements in the described geosystems cause systematic growth in water fertility, intensifying biological production in a form of increase in algae biomass. Among disadvantageous signs of eutrophication in the described reservoirs are also numbered as follows: decrease in water transparency, overoxygenation of surface water layers at simultaneous lack of oxygen at the bottom and thereby threat to life of aerobic organisms, worsening of light conditions, distinct increase in water pH-reaction and intensive overgrowing of reservoirs. High degree of limnic water salinity and the presence of heavy metals betoken also degradation of the majority of characterised lake geosystems. Especially chlorides occurred in above-natural amounts, what peculiarly refers to reservoirs No.: 2, 3, 4, 6 and 8, in which their amount usually exceeded 200 mg Cl^-/dm^3. These compounds rather often reached the level of 1 000 mg Cl^-/dm^3, and absolute maximum referred to the reservoir No. 8, in which chlorides were measured in amount of 1 580 mg Cl^-/dm^3. In a case of sulphates the situation looks similarly, the largest amounts occurred in reservoir No. 5, with maximum amounting to 1 450 mg SO_4^{2-}/dm^3. That this why the mentioned parameters were usually numbered among the lowest quality classes of surface waters, and noted concentrations of heavy metals, such as zinc, exceeded the border values of parameters of water quality referring to good and higher than good ecological state of surface waters. But bad qualitative state of waters does not refer to all described reservoirs. Reservoirs, which undergo moderate influence of human impact, have waters of relatively good quality, although in these cases the periodical worsening in physicochemical properties also happens.

Water reservoirs in subsidence depressions in an essential way modify the local water cycle. They undoubtedly are hydrological objects making new link, thanks to which the changes in direction of water migration in the area of Katowice Upland happen.

On the one hand, subsiding processes appearing at the terrain surface cause calculable material wastes, but on the other hand — functioning of the described reservoirs, especially at degraded parts of the Katowice Upland, can influence the improvement of landscape aesthetics of these terrains. Water reservoirs, together with their nearest neighbourhood, fulfil also very important natural functions, making the habitat for existence and reproduction for many animal species and causing the increase in biological diversity. The more so because, this genetic group of anthropogenic water reservoirs possesses completely shaped connections with particular components of the natural environment since the beginning of bowl forming. Processes occurring here have a natural character.

Reservoirs in subsidence depressions are treated as the mining waste and according to the idea of legal rules they should be reclaimed through the restoring former state. But numerous investigations carried out within this range prove, that in many well-founded cases the best effects are obtained by land reclamation in water direction. The final effect of such activities is total naturalisation of described reservoirs, which in the end fulfil the same function as natural lakes. In the Katowice Upland many reservoirs in subsidence depressions occur, which as left to themselves undergo spontaneous regeneration and currently they make a valuable element of this terrain landscape. Therefore one should tend to preserve such reservoirs and also to restore the following water-mud biotopes in post-exploitation terrains of the Katowice Upland.

Роберт Маховски

Преобразования геосистем водоемов, возникших в мульдах оседания грунта на территории Катовицкой возвышенности

Резюме

Водоемы, заполняющие мульды оседания грунта, являются безусловно результатом взаимодействия человека и окружающей среды. Они, несомненно, выступают косвенным эффектом хозяйственной деятельности на территории Катовицкой возвышенности. Они возникали, возникают и будут возникать независимо от человека. Пространственная и временная изменчивость данных водоемов прямо связана с интенсивностью протекания процесса просадок. Сложность геолого-горношахтных факторов на данной территории выступает причиной того, что деформации местности, вызванные шахтным способом разработки каменного угля, проявляются как в течение разработки минерального сырья, так и после ее прекращения. Имеющиеся еще в недалеком прошлом тенденции к ликвидации шахт, в небольшой степени приостановят темпы возникновения водоемов, так как просадки грунта будут обнаруживаться даже десятилетия после прекращения добычи сырья. Только после совершенной стабилизации горных пород субстрата процесс формирования данных водоемов прекратится. Геосистемы водоемов в мульдах оседания являются составляющей ландшафта, отличающегося большой динамикой изменений как по численности, так и площади.

Водоемы в мульдах оседания своей формой, как правило, похожи на формирующиеся мульды оседания, а береговая линия овальная. Однако, учитывая наличие многочисленных барьеров (например, железнодорожные и дорожные насыпи), а также вмешательство человека в новые водоемы, а прежде всего в объекты функционирующие в окружающей среде с какого-то времени, их внешний вид модифицируется. На территории Катовицкой возвышенности преобладают водоемы малые и очень малые, ибо их площадь человек постоянно существенно сокращает. Подавляющее большинство данных водоемов отличается площадью менее 10 га, и только немногочисленные объекты имеют больший ареал. Аналогично в случае глубины: доминируют небольшие, порядка 2—3 м, намного реже встречаются водоемы более глубокие.

Небольшая площадь и объемы анализируемых водоемов в большой степени влияют на сокращение развития береговых процессов. Правда, имеют место различные изменения морфологии береговой зоны, но образующиеся формы намного чаще отличаются аккумулятив-

ным чем абразионным характером. Одновременно они немногочисленные и в небольшой степени дифференцированные. Среди естественных факторов, формирующих берега данных водоемов, самую большую роль играет ветровое волнение, но наиболее замечаемые изменения их морфологии вызывает человек. В пределах описываемых водоемов преобладают плоские берега — натуральные, почти всегда закрепленные растительностью. Большим удельным весом отличаются также высокие — антропогенные берега, сформированные человеком. В пределах анализируемых водоемов в мульдах оседания, как естественных высоких берегов, так и антропогенных плоских не существует.

Геосистемы данных водоемов Катовицкой возвышенности отличаются очень большой степенью загрязнения донных осадков тяжелыми металлами. Среди пяти анализируемых элементов, прежде всего цинк, свинец и кадмий многократно превышали допустимый уровень принятого геохимического фона. Это касается, прежде всего, водоемов расположенных на охраняемой территории „Жабе долы" (Лягушины ямы), среди которых особое внимание следует уделить аквену № 6: максимальная концентрация цинка достигала в нем 5 404,43 мг/кг, средняя концентрация свинца — 1 335,43 мг/кг, кадмия — 41,68 мг/кг. В нескольких других водоемах на заражение донных осадков указывало также сверхнормативное содержание меди. Подобное явление наблюдается также и во многих других искусственных водоемах Катовицкой возвышенности. Это подтверждает дифференцированное влияние антропогенного прессинга, который решает о степени загрязнения донных осадков. В связи с этим именно данные осадки свидетельствуют о экологических изменениях, имеющих место в окружении описываемых водоемов как геосистемах.

Функционирование водоемов в мульдах оседания на Катовицкой возвышенности в условиях дифференцированного человеческого прессинга также решает о отличающихся физико-химических свойствах аккумулируемых вод. Большинству из них свойственное загрязнение, в основном, биогенными соединениями (фосфатами и нитратами), вызывающими евтрофизацию данных геосистем. В водоемах № 1 и 2 в период 2003—2005 гг. несколько раз обнаружено наличие фосфатов в количестве более 1 мг PO_4^{3-}/дм^3, в аквене же № 5 концентрация их превышала 2 мг PO_4^{3-}/дм^3, с максимумом 2,444 мг PO_4^{3-}/дм^3. Было выявлено также большое количество нитратов, часто с концентрацией более 100 мг NO_{3-}/дм^3 (водоемы №№ 3, 4, 6, 8). Абсолютные максимумы же были обнаружны в водоеме № 2 в Сосновце, в котором концентрация нитратов достигала — спорадически — 340 мг NO_{3-}/дм^3. В связи с этим большое количество биоэлементов в данных геосистемах приводит к систематическому росту плодородия вод, увеличивающего биологическую продуктивность в виде интенсивного прироста биомассы водорослей. К неблагоприятным проявлениям евтрофизации принадлежат также: уменьшение прозрачности воды, чрезмерная концентрация кислорода в поверхностных слоях воды и одновременный его недостаток у днища (угроза жизни большинства организмов), ухудшение световых условий, четкий рост реакции воды и активное зарастание водоемов. На деградацию большинства описываемых водных геосистем указывает также высокая степень солености вод и концентрация тяжелых металлов. Сверхнормативная концентрация особенно хлоридов была обнаружена в водоемах №№: 2, 3, 4, 6 и 8, в которых – как правило — превышала 200 мг Cl^-/дм^3. Данные соединения часто достигали 1 000 мг Cl^-/дм^3, а абсолютный максимум обнаружен в водоеме № 8: 1 580 мг Cl^-/дм^3. Аналогичная обстановка отмечена в случае сульфатов, самая большая концентрация которых имела место в водоеме № 5 с максимумом 1 450 мг SO_4^{3-}/дм^3. В связи со столь большой концентрацией отмеченных химических соединений и тяжелых металлов, вода принадлежит к классу с низким ее качеством. Однако не во всех водоемах наблюдается плохое качественное состояние воды. В аквенах, находящихся под умеренным антропогенным влиянием, имеется вода относительно хорошего качества, хотя и в них обнаруживается периодическое ухудшение физико-химических параметров.

Водоемы в мульдах оседания существенно модифицируют локальный круговорот воды. Безусловно они выступают новым гидрографическим звеном, благодаря которому изменяется направление миграции воды на территории Катовицкой возвышенности.

Наблюдаемые на дневной поверхности процессы просадок грунта с одной стороны генерируют измеримый материальный ущерб, с другой же — возникшие в их результате водоемы, особенно на дергадированных фрагментах Катовицкой возвышенности, подправляют эстетику окружающей среды местности. Водоемы, вместе с ближайшим окружением, выполняют важные природные функции, являясь биотопом пребывания и размножения многих видов животных, способствуют также увеличению биоразнообразия, тем более, что эта генетическая группа водоемов отличается вполне образованными связями с отдельными элементами природной среды с самого начала формирования чаши, а происходящие процессы имеют квазинатуральный характер.

Водоемы в мульдах оседания это — по закону — нарушения под воздействием горных разработок и, в связи с этим, должны рекультивироваться путем засыпания. Однако, многочисленные исследования свидетельствуют, что во многих случаях лучше их оставить, ибо тогда они с ходом времени будут выполнять функции похоже на естественные озера. На территории Катовицкой возвышенности много водоемов в мульдах проседания, которые подверглись спонтанной регенерации и — в настоящее время – являются ценной составляющей ландшафта. Из-за этого следовало бы сохранять такие водоемы, а также восстанавливать очередные водно-болотные биотопы на постэксплуатационных участках Катовицкой возвышенности.

Autor fotografii na okładce: Mariusz Rzętała

Redaktor: **Barbara Todos-Burny**

Projektant okładki: **Paulina Tomaszewska-Ciepły**

Redaktor techniczny: **Małgorzata Pleśniar**

Korektorzy: **Lidia Szumigała, Mirosława Żłobińska**

Copyright © 2010 by
Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego
Wszelkie prawa zastrzeżone

ISSN 0208-6336
ISBN 978-83-226-1980-4

Wydawca
Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego
ul. Bankowa 12B, 40-007 Katowice
www.wydawnictwo.us.edu.pl
e-mail: wydawus@us.edu.pl

Wydanie I. Ark. druk. 11,25. Ark. wyd. 14,5. Papier offset. kl. III, 90 g Cena 19 zł

Łamanie: Pracownia Składu Komputerowego
Wydawnictwa Uniwersytetu Śląskiego
Druk i oprawa: SOWA Sp. z o.o.
ul. Hrubieszowska 6a, 01-209 Warszawa